走査型トンネル顕微鏡を用いた表面科学

大阪市立大学　福田常男研究室訪問

Ｉ班　南　一輝　圓福　桂一郎　堀　裕斗　佐藤　茜

◎表面科学

表面科学とは、化学と物理学の融合分野であり、その名の通り半導体や金属の表面について研究する分野です。未だ解明されていない部分も多いこの分野ですが、物質の表面の原子の構造を観察するときに用いられるのが走査型トンネル顕微鏡です。私たちは、この走査型トンネル顕微鏡に焦点を当ててみました。

◎走査型トンネル顕微鏡

※しくみ

鋭く尖った探針を導電性の物質の表面に近づけ、そこに流れるトンネル電流を観測し、そのトンネル電流から表面の原子レベルの電子状態や構造を観測します。このとき、探針と試料の表面の間には原子３～４個の隙間があり、その隙間にトンネル電流が流れるのです。

※トンネル電流とは？

トンネル電流とは、トンネル効果によって流れる電流のことです。トンネル効果は、原子レベルの世界において、私たちの感覚では通り抜けることのできないと思われる障壁を、粒子が通り抜けるという現象です。これは、粒子が音のように波であると考えると納得できます。

※走査型トンネル顕微鏡においてのトンネル電流の応用

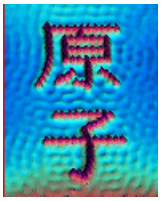
この顕微鏡において、トンネル効果は次のように応用されています。まず、探針を試料に近付けて電圧をかけます。このとき、普通に考えると探針と試料の間には隙間があるので、電流は流れないように思われます。しかし、この探針を徐々に近付けると、トンネル効果によって電子は障壁である空気を通り抜けます。つまり、電流が流れるのです。このとき、探針を水平に移動させると、電流値は試料の表面の構造によって変化します。この電流値の変化を読み取ることで、試料の表面の構造を観察することができるのです。

◎走査型トンネル顕微鏡と光学顕微鏡の対比

ここで、走査型トンネル顕微鏡の特徴を光学顕微鏡と対比して挙げてみます。

	光学顕微鏡	走査型トンネル顕微鏡
分解能	0.2μm	0.01nm
使用ツール	可視光線	トンネル効果によるトンネル電流
観察対象	プレパラートにできるもの	金属や半導体など電流が流れるもの
実際に見るもの	光の屈折によってできる像	探針の動きを画像化したもの

◎走査型トンネル顕微鏡の応用



探針に適当な電圧をかけると物質表面上の原子を探針にくっつけることができます。そして、くっついた原子は自由に物質表面上に配置することができるのです。例えば右図のようなものを作ることができます。

こうして原子を操作することをアトムマニピュレーションと呼んでいます。